

Federal Republic of Germany  
German Patent Office

Int. Class: B 44 F 1/04  
G 02 B 5/12

Germ. Class: 75 d, 3

GERMAN (OS) 23 17 871

(Provisional Publication)

Serial No.: P 23 17 871.4  
Filing Date: April 10, 1973  
Laid-Open Date: Oct. 24, 1974

Applicant: Marianne Nier, 6204 Taunusstein

Inventor: Richard Ernst Nier, 6204 Taunusstein

Title: Retroreflecting Optical Guide- and Warning Devices

PLASTRONIK, M. Nier, Plastics Processing Technique  
6204 Taunusstein 2, Konrad-Adenauer-Street

---

### Retroreflecting Optical Guide- and Warning Devices

The use of transparent plastics for preparing reflectors, at which the reflection is in the direction of the incident light, offers advantages in regard to technical properties.

The only unfavorable property deals with the refractive index, which amounts to 1.49, whereby the incident light on the totally reflecting surface, may only deviate by an angle of about  $2.5^\circ$  from the usual angle of  $45^\circ$ . If the deviating angle is larger, only a part-reflection will take place, which will still be further decreased with an increasing angle.

The limiting angle in relation to the various refractive indices, may be readily determined by a simple geometric drawing.

In fig. 1, the line (2) is to refer to the interface between the air and the medium. The semi-circular arc (1) represents the refractive index of air, while the arc (1.49) is to refer to the refractive index of acrylic glass, and the arc (1.7) is to refer to the refractive index of a certain flint-glass, as obtainable by the addition of barium or lead.

Transparent plastics cannot as easily be increased in their optical refraction by means of additives.

It shall be assumed, that a light-beam (3) is directed onto the interfacial plane (2). If the line (of the light-beam) is extended until reaching the circle (1) in point (4), and a line is drawn through the point (4) in parallel to the normal (5) relative to the interfacial plane at the point of incidence, this line (6) will intercept the circles (1.49) and (1.7). If these points of intercepts (7) and (8) are connected with the point of incidence of the light-

beam (3), the refracted light-beams are obtained, which are indicated as (9) for  $n_D = 1.49$  and as (10) for  $n_D = 1.7$ .

If an analogous drawing is prepared for the limiting case, where the angle of incidence of the light-beam onto the interfacial area (2) is zero, the light-beam (11) will practically go through the medium in a straight line. However, by means of the three circles, the two light-beams (2.5) and (7.5) are obtained. According to the laws of refraction, these light-beams cannot leave the medium in the reversed direction. They will be totally reflected into the directions (2.5') and (7.5'). These reflection angles are the limit-angles of the total reflection for the two media with the refractive indices 1.49 and 1.7.

In the reflectors, a reflection will always occur at three surface areas. This geometric arrangement has been simplified for illustration-technical reasons to only two surface areas (fig. 2). The central reflection of  $45^\circ$  per surface area is illustrated by the line (12) and (13). The deviating reflection of line (14) and (15) illustrates the limit-angle still showing a total reflection. However, in the case of the light-beam (16), which is also obliquely positioned towards the left, a total reflection will take place at the first surface and only a partial reflection (17) at the second surface, while the other part (17') will be refracted. The quantitative distribution of these two light-beams depends on the various speeds of light in the particular media and the planes of polarization in relation to the interfacial plane.

As understood from the foregoing discussion, a refraction and a total reflection do not depend on the optical state of the entire medium, but only on the difference as occurring between the two sides of the interfacial plane.

Therefore, the result is a retroreflecting reflector as illustrated in fig. 3. The saw-tooth-like surfaces are to be understood in the geometric sense as triple reflector structures, as seen in fig. 4 in a perspective view. The area (18) refers to the surface area for the incoming and the outgoing light. The areas (19,20) and the area in the rear, are the reflection surfaces formed in each case as isosceles triangles aligned normal to each other.

Therefore, the area (18) is an equilateral triangle.

In fig. 3, the base-structure (21) is a reflector of the known conventional kind. Since the total reflection angles, which are not possible with the material of (21), will only

be obtainable, if the interfacial area between the medium and the air shows the necessary difference between the refractive indices, the surface areas (22) and (23) are coated with a material of a higher refraction. Most suitably, the bonding of the two media is formed by means of an intimate contact, which cannot be separated anymore.

As the coating material, the following materials may be employed:

- 1) Varnishes or natural resins exhibiting a refractive index, which is higher than the refractive index of the used plastic material;
- 2) Quartz;
- 3) Glass.

The two last mentioned materials may be deposited on the plastic (21) by means of a sputtering process or a vapor-deposition process.

The layer thickness needs only to be a few thousandths of a millimeter (= a few  $\mu\text{m}$ ).

In fig. 5 and 6, another possibility is shown for achieving the desired effect. In the reflector shown in fig. 5, the prisms (24) are prepared from glass, while the carrier-substrate (25) consists of a plastic material. Since at each triple reflector, the corners of the equilateral triangle (18) (see fig. 4) will not participate in the reflection process, they may be utilized for forming the mounting heads (26) for the prisms.

This arrangement has the advantage, that the reflector has a low weight and is not fracture-sensitive.

The line (27) does not have to be straight, but may also extend into the prisms (24), as illustrated by a dashed line at (28). The lesser the amount of material for preparing the glass prisms (24), the better will be the obtained surface profile in the mold.

The bottom side of the reflector shown in fig. 5, is illustrated in fig. 6. The lines (A), (B) and (C) enclose a triple reflector as shown in fig. 4. The edge (29) encloses the reflector. The marking (26) refers to the mounting heads as already shown in fig. 5.

As shown in fig. 6, the glass-prisms do not have to be individually prepared. Along the separation lines (A), (B) and (C), the prisms are connected to each other in the form of very thin segments, which are suitably so thin, that they may be readily fractured at an elastic deformation of the final reflector.

The process of preparation is carried out by casting or molding methods, where the holes for the mounting heads (26) remain open as recesses.

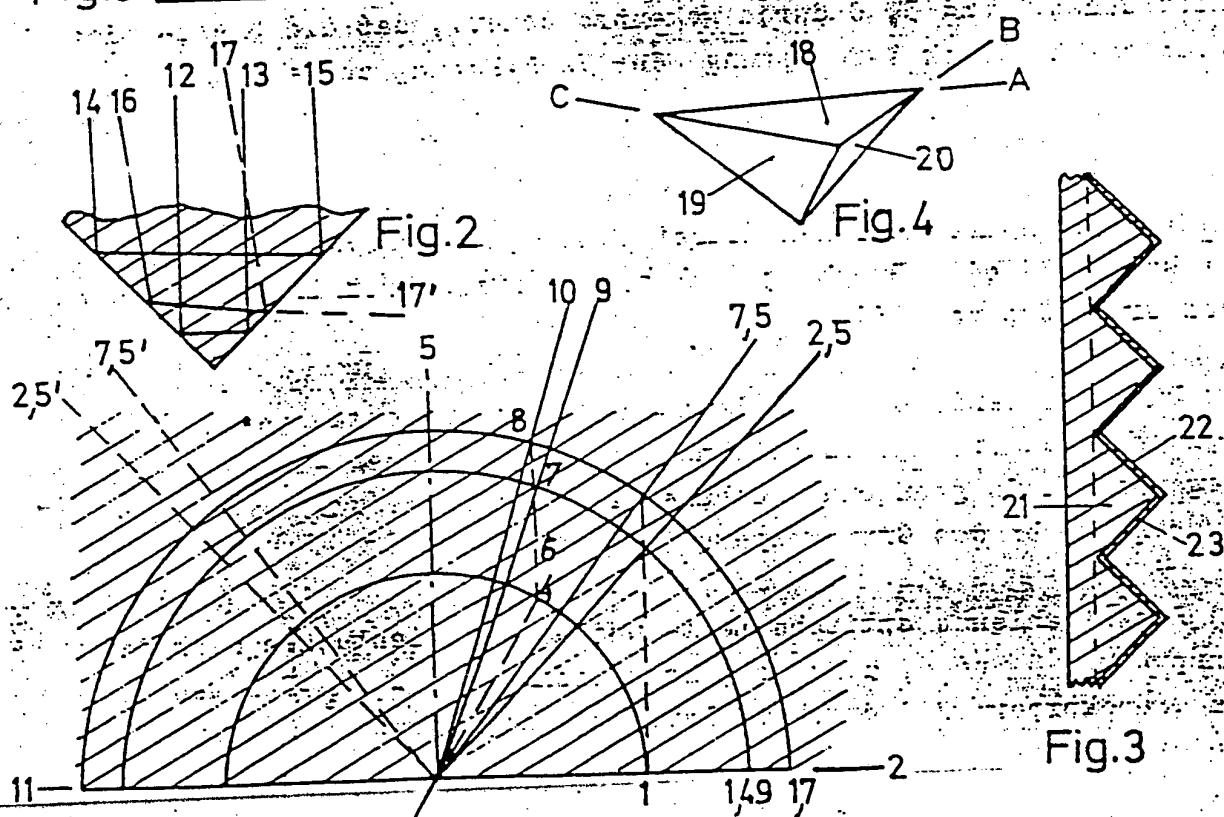
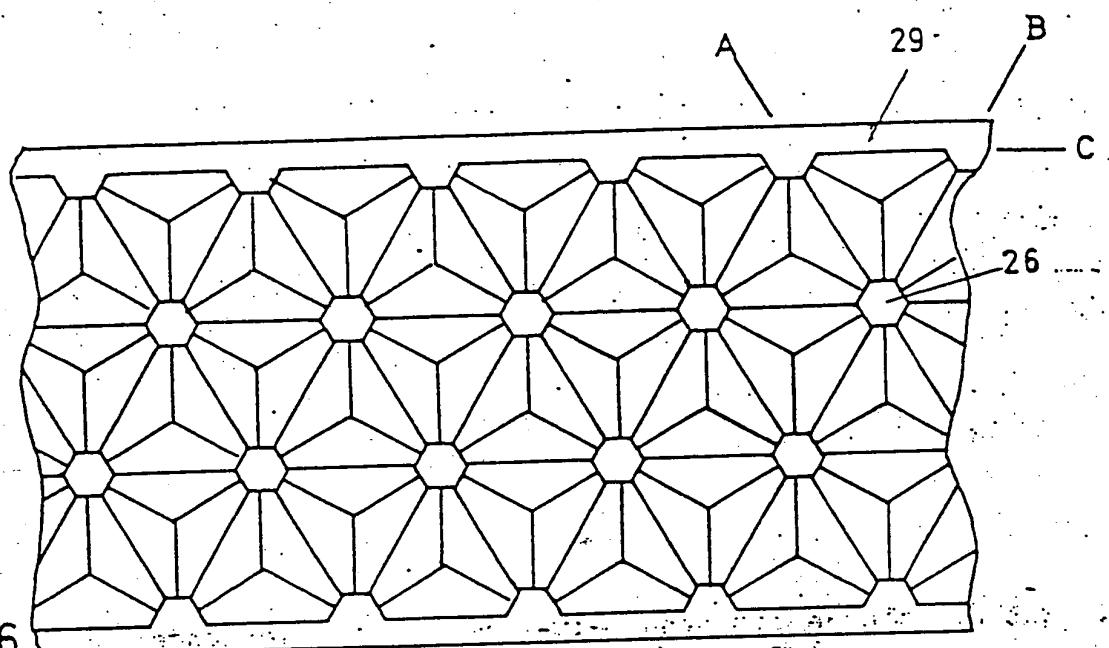
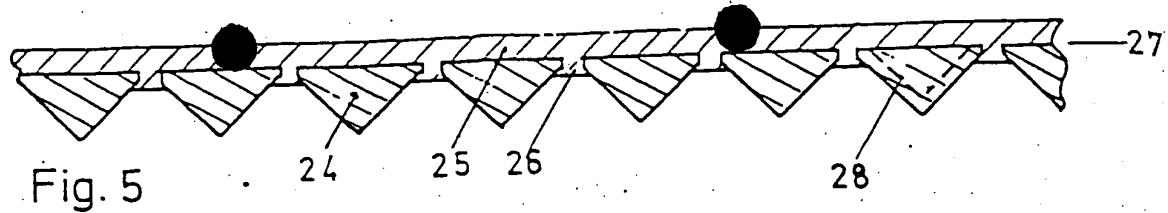
---

PATENT CLAIMS

1. Retroreflecting optical guide- and warning devices of a transparent plastic material, whereby their upper surfaces are smooth and their bottom surfaces are divided into a plurality of totally reflecting prisms, wherein the prism surfaces (22,23) are treated with a firmly attached transparent coating.
2. Retroreflecting optical guide- and warning devices according to claim 1, wherein the coating layer on the prism surfaces (22,23) consists of a varnish or a resin exhibiting a refractive index, which is higher than the refractive index of the base-structure (21).
3. Retroreflecting optical guide- and warning devices according to claim 1, wherein the prism surfaces (22,23) are provided with a layer of quartz or glass exhibiting a refractive index, which is higher than the refractive index of the base-structure (21).
4. Retroreflecting optical guide- and warning devices according to claims 1 and 3, wherein the quartz- or glass layer is applied by means of a vapor-deposition or a sputtering process.
5. Retroreflecting optical guide- and warning devices, having a base-structure with a smooth upper surface and a prismatic bottom surface, wherein the prisms (24) formed at the bottom surface, have a refractive index, which is higher than the refractive index of the base-structure (25).
6. Retroreflecting optical guide- and warning devices according to claim 5, wherein the prisms (24) are formed as a shell-like structure (28) forming the interface with the air, whereby the shells are filled by respective elevated parts of the base-structure (25).

7. Retroreflecting optical guide- and warning devices according to claims 5 and 6, wherein the prisms (24) are fastened at the base-structure (25) by means of mounting heads (26), which are formed as a part of the base-structure (25).

---



409843/0114

## Rückstrahlende optische Leit- und Warneinrichtungen

Die Verwendung durchsichtiger Kunststoffe zur Herstellung von Rückstrahlern, deren Reflektion in der Richtung des einfallenden Lichtstrahles liegt, ist in Hinsicht auf die technischen Eigenschaften vorteilhaft.

Ungünstig ist nur der Brechungsexponent, der 1,49 beträgt, weshalb der die total reflektierende Fläche treffende Lichtstrahl nur ungefähr  $2,5^\circ$  von dem üblichen Winkel von  $45^\circ$  abweichen darf. Ist der Winkel größer, findet nur noch eine Teilreflektion statt, die mit steigendem Winkel weiter abnimmt.

Die Lage der Winkel für die verschiedenen Brechungsexponenten lässt sich durch eine einfache Konstruktion bestimmen.

In der Fig. 1 ist Linie 2 die Trennfläche von Luft und Medium. Der Kreisbogen 1 ist die Brechungszahl von Luft, der Kreisbogen 1,49 die Brechungszahl von Acrylglas, der Kreisbogen 1,7 die Brechungszahl eines bestimmten Flintglases, wie es unter Zusatz von Barium oder Blei hergestellt werden kann.

Durchsichtige Kunststoffe widersetzen sich der künstlichen Beschwerung.

Die Trennfläche 2 trifft ein Lichtstrahl 3. Verlängert man diesen bis zum Kreis 1 in 4 und zieht dann die Parallelle zum Einfallsslot 5, so schneidet die Linie 6 die Kreisbogen 1,49 und 1,7. Verbindet man diese Schnittpunkte 7 und 8 mit dem Einfallspunkt des Lichtstrahles 3, so werden die gebrochenen Strahlen erhalten, welche für 1,49: 9 und für 1,7: 10 sind.

Führt man die analoge Konstruktion für den Grenzfall durch, in welchem der Einfallswinkel des Lichtstrahles auf die Fläche 2 gleich Null ist, so wird der Strahl 11 praktisch durch das Medium geradlinig hindurchgehen. Mit Hilfe der drei Kreise erhält man aber die beiden Strahlen 2,5 und 7,5. Diese Strahlen können in umgekehrter Richtung nach dem Brechungsgesetz das Medium nicht verlassen, sie werden total reflektiert in die Richtungen  $2,5'$  und  $7,5'$ . Diese Reflexionswinkel sind die Grenzwinkel der Totalreflektion für die beiden Medien mit den Brechungszahlen 1,49 und 1,7.

Es findet in den Rückstrahlern stets eine Reflexion über drei Flächen statt. Diese räumliche Anordnung ist aus zeichnerischen Gründen in der Fig. 2 auf zwei Flächen vereinfacht. Die mittlere

409843/0114

⑤1

Int. Cl.

B 44 L 1 04

G 02 b, 5. 12

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT

⑤2

Deutsche Kl.: 75 d, 3

⑩

# Offenlegungsschrift 2 317 871

⑪

Aktenzeichen: P 23 17 871.4

⑫

Anmeldetag: 10. April 1973

⑬

Offenlegungstag: 24. Oktober 1974

⑭

Ausstellungsriorität: —

⑯

Unionspriorität

⑰

Datum: —

⑱

Land: —

⑲

Aktenzeichen: —

⑳

Bezeichnung:

Rückstrahlende optische Leit- und Warneinrichtungen

㉑

Zusatz zu: —

㉒

Ausscheidung aus: —

㉓

Anmelder:

Nier, Marianne, 6204 Taunusstein

Vertreter gem. § 16 PatG: —

㉔

Als Erfinder benannt.

Nier, Richard Ernst, 6204 Taunusstein

71  
DT 28

den zur Bildung von Halteköpfen 26 für die Prismen.

Diese Anordnung hat den Vorteil, daß der Reflektor leicht und nicht bruchempfindlich ist.

Die Linie 27 braucht nicht gerade zu sein, sondern kann, wie es gestrichelt bei 28 dargestellt ist, weit in das Prisma 24 hineinreichen. Je weniger Material das Glasprisma 24 hat, um so besser wird der Abdruck in der Form.

Die Unterseite des Rückstrahlers der Fig. 5 stellt die Fig. 6 dar. Die Linien A, B und C umschließen einen Tripelreflektor gemäß der Fig. 4. Der Rand 29 umschließt den Rückstrahler. 26 sind die Halteköpfe gemäß der Fig. 5.

Wie die Fig. 6 zeigt, brauchen die Glasprismen nicht einzeln hergestellt zu werden. Über die Trennlinien A, B und C hängen die Prismen mit sehr dünnen taillenartigen Einschnürungen zusammen, die zweckmäßig so dünn sind, daß sie bei elastischer Verformung des fertigen Rückstrahlers brechen können.

Die Herstellung erfolgt durch Gießen oder Senken in Formen, bei welchen die Löcher für die Halteköpfe 26 ausgespart werden.

409843/0114

Reflektion von  $45^\circ$  pro Fläche führt von 12 nach 13. Die Abweichung von 14 nach 15 ist der Grenzwinkel und zeigt noch Totalreflektion. Während der Strahl 16, so weit er auch eine Schrägstellung nach links bekommt, an der ersten Fläche immer eine Totalreflektion erhält, wird er von der zweiten Fläche nur noch teilreflektiert nach 17; der andere Teil wird nach 17' hin gebrochen. Die Anteile dieser beiden Lichtstrahlen sind eine Funktion der verschiedenen Lichtgeschwindigkeiten in verschiedenen Medien und der Polarisationsebenen zur Trennebene.

Es geht aus der vorstehenden Darstellung hervor, daß eine Brechung und eine Totalreflektion nicht von dem optischen Zustand des Gesamtmediums abhängig ist, sondern nur von der Differenz der beiden Seiten der Trennebene.

Das Ergebnis ist ein Rückstrahlreflektor, wie ihn die Fig. 3 zeigt. Die sägezahnartig angeordneten Flächen sind räumlich als Tripelkörper aufzufassen, wie es die Fig 4 perspektivisch zeigt. 18 ist die Einfalls- und Ausfallsfläche. Die Flächen 19, 20 und die hinten befindliche Fläche sind Reflektionsflächen, sind jeweils gleichschenklige Dreiecke und stehen senkrecht aufeinander. Die Fläche 18 ist infolgedessen gleichseitig.

In der Fig. 3 ist der Grundkörper 21 ein Rückstrahler der bekannten gebräuchlichen Form. Da zur Erlangung von Totalreflektionswinkel, die das Material von 21 nicht hat, nur die Trennfläche zwischen Medium und Luft die nötige Differenz der Brechungszahlen aufweisen muß, sind die Flächen 22 und 23 mit einem stärker brechenden Material überzogen. Zweckmäßig ist die Verbindung beider Medien ein absoluter Kontakt, der unlösbar ist.

Als Überzugsmaterialien können verwendet werden:

- 1) Lacke oder Naturharze, deren Brechungszahl größer ist, als diejenige des Kunststoffes.
- 2) Quarz.
- 3) Glas.

Die beiden letzteren können mit Hilfe der Verstäubung oder Verdampfung auf dem Kunststoff 21 niedergeschlagen werden.

Die Schichtdicke braucht nur wenige tausendstel Millimeter zu sein.

Die Figuren 5 und 6 zeigen eine andere Möglichkeit, um die gewünschte Wirkung zu erzielen. Im Reflektor der Fig. 5 sind die Prismen 24 aus Glas und der Träger 25 aus Kunststoff. Da bei jedem Tripelreflektor die Ecken des gleichseitigen Dreiecks 18 (Fig.4) nicht am Reflektionsvorgang teilnehmen, können sie ausgenutzt werden.

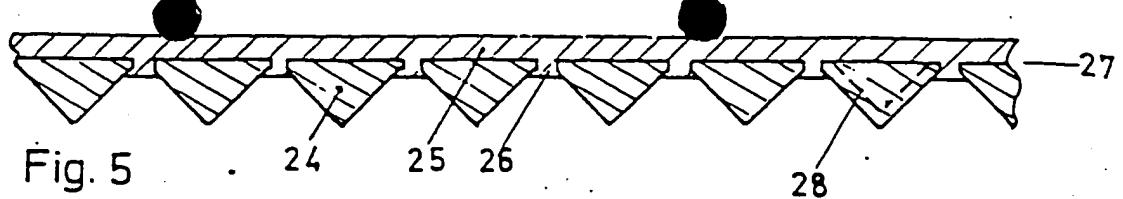


Fig. 5

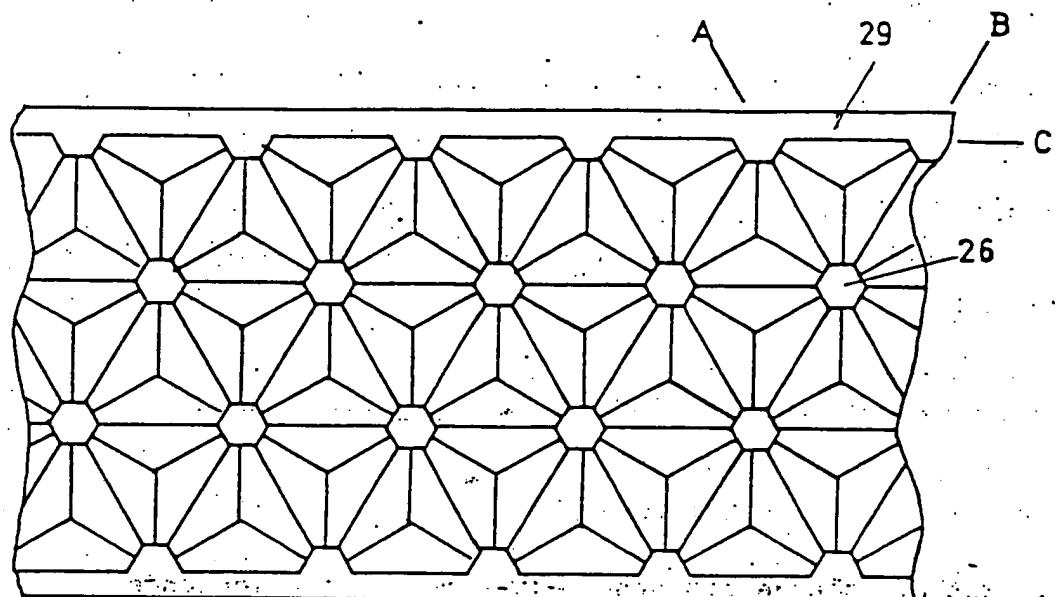


Fig. 6

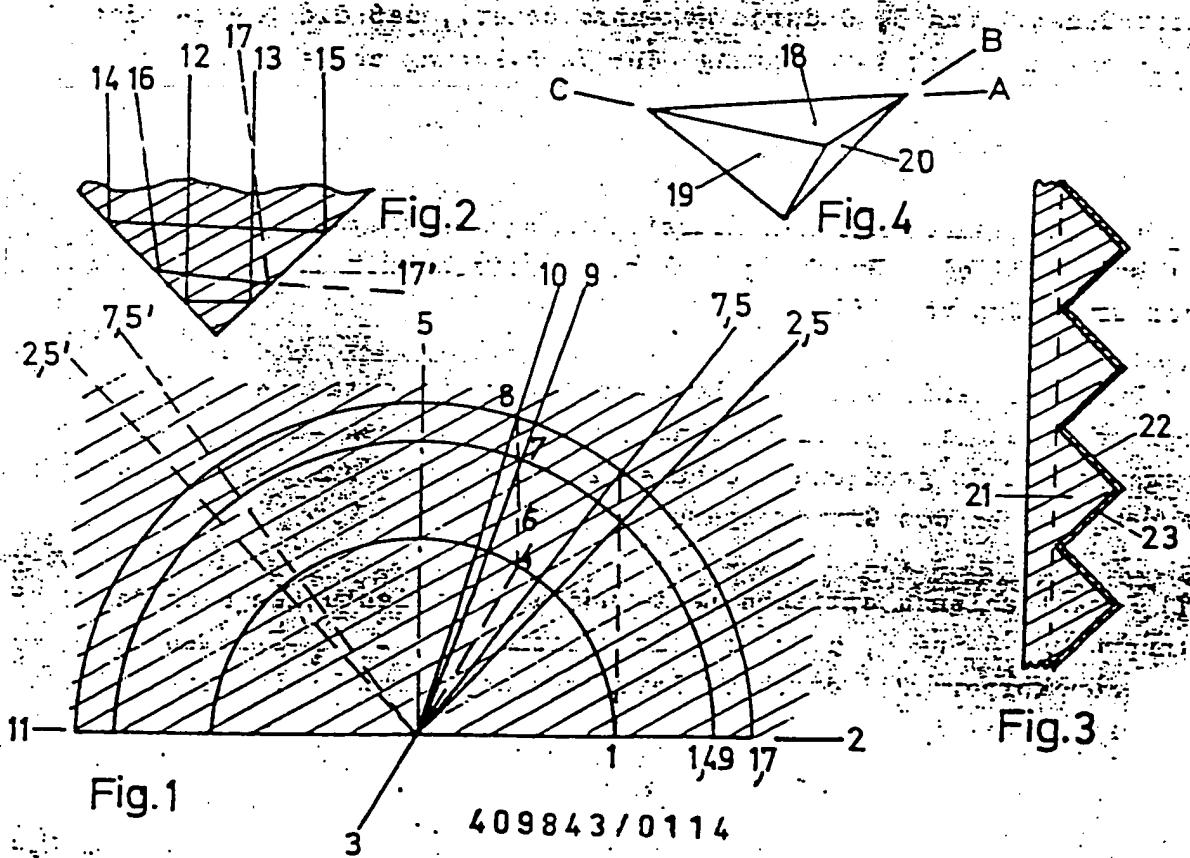


Fig. 1

409843/0114

Fig. 3

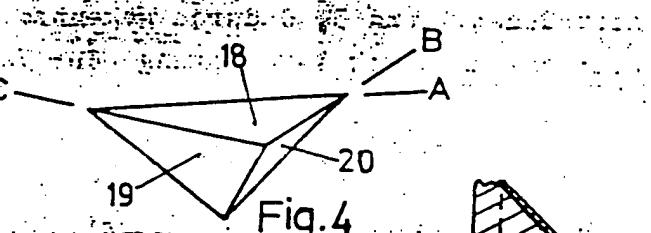


Fig. 2

Fig. 4

## Patentansprüche

- 1) Rückstrahlende optische Leit- und Warneinrichtungen aus transparenten Kunststoff, deren Oberfläche glatt und deren Unterfläche in eine beliebige Anzahl von total reflektierenden Prismen aufgeteilt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Prismenflächen (22,23) mit einem festhaftenden transparenten Überzug versehen sind.
- 2) Rückstrahlende optische Leit- und Warneinrichtungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Überzug der Prismenflächen (22,23) aus einem Lack oder Harz besteht, deren Brechungszahl größer ist, als diejenige des Grundkörpers (21).
- 3) Rückstrahlende optische Leit- und Warneinrichtungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf den Prismenflächen (22,23) eine Quarz- oder Glasschicht sich befindet, deren Brechungszahl größer ist, als diejenige des Grundkörpers (21).
- 4) Rückstrahlende optische Leit- und Warneinrichtungen nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Quarz- oder Glasschicht durch Verdampfung oder Verstäubung aufgebracht ist.
- 5) Rückstrahlende optische Leit- und Warneinrichtungen, deren Grundkörper eine glatte Oberfläche und eine prismatische Unterfläche aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die die Unterfläche bildenden Prismen (24) eine Brechungszahl haben, die größer ist, als diejenige des Grundkörpers (25).
- 6) Rückstrahlende optische Leit- und Warneinrichtungen nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Prismen (24) aus einer gegen die Luft grenzenden Schale (28) bestehen, und deren Ausbuchtungen des Grundkörpers (25) sind.
- 7) Rückstrahlende optische Leit- und Warneinrichtungen nach den Ansprüchen 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Prismen (24) am Grundkörper (25) durch an letzteren angeformte Halteköpfe (26) befestigt sind.